

概 述

一、国外饲料工业的发展概况

（一）国外饲料工业的发展历史

随着畜禽生理学、营养学和育种学的发展，人们逐渐认识到按照各类畜禽的营养需要，制成营养全面的饲料进行饲养，不仅可以缩短饲养周期，而且还能节省粮食、降低成本、增加经济效益。

追溯畜牧业的发展历史，第二次世界大战以前，世界上多数国家的畜牧业处于副业畜牧业阶段，这在有的国家又称之为后院畜牧业。饲养畜禽的目的是为农业提供动力和个人家庭所需的畜产品。其生产特点是每家每户分散经营、生产规模小、设备简陋、管理落后、商品率低。除少数发达国家之外，几乎没有饲料工业。美国于1864年最早兴建世界上第一座饲料工厂。随着生产的发展、科学技术的进步，从第二次世界大战后，到50年代末60年代初，欧美等国家迅速恢复了农业生产，粮食生产发展很快，人均占有粮食在500公斤以上，甚至达到1000公斤，具备了发展畜牧业的物质基础，从而引起了畜牧业革命，逐步由副业畜牧业向专业化畜牧业发展，形成了一批以家庭为单位的专门养殖猪、禽、牛、羊等畜禽的牧场主，其生产目的从自给为主转变为商品生产。专业化的畜禽养殖户，饲养规模大，有一定的先进设备，要求社

会能够提供各种畜禽需要的、营养丰富的饲料，因而形成了最初的饲料工业。60年代以后，一些发达国家畜牧业生产逐步进入专业化、机械化、工厂化、社会化的畜牧业阶段。生产规模进一步扩大，资本更加集中、技术水平不断提高。随着合成氨基酸等的获得成功，研制并生产出多种形式的饲料机械，实行立体经营，产、供、销、加工、运输一体化。有年产几百万只的大型肉鸡场，鸡场本身就设有种鸡场、实验场、屠宰及饲料加工厂。社会化的畜牧业生产，为了赢得更多的经济效益，要求提供门类众多、营养齐全、适合多种畜禽营养需要的全价饲料，因而对饲料工业的依赖程度不断增大，饲料工业遂发展成为社会化畜牧业生产的物质基础。

世界上一些国家的配合饲料工业已经历百余年的发展历史。美国的饲料工业在20世纪30年代发展还很慢，40年代末饲料工业迅速发展起来。现在美国的配合饲料年产量约1亿吨，产值近90亿美元，居于美国十大工业的第九位。美国人均占有粮食达1350公斤，其中有一半用作饲料，所用饲料粮总数超过全国居民口粮的10倍。日本的饲料工业起步较晚，但是发展极快。由于日本绝大部分的饲料原料靠进口，因此就更加注意饲料的利用率。近二十年来，日本又成为世界上配合饲料增长率最高的国家。1982年配合饲料产量达3216万吨，居世界第三位。欧洲共同体于1980年配合饲料的产量为7900万吨，产值为欧洲最大的三个工业部门之一，约有4000个饲料公司向300万个畜禽饲养场（户）提供配合饲料。加拿大的饲料工业，在1920年以后，随着工农业生产的发展而兴起，现已成为加拿大十二大部门之一，年产配合饲料1200万吨，苏联的配合饲料工业发展也很快，70年代以来10年间产量增加2.6倍，总产量为世界第二位，仅次于美国。现将一些国

家的配合饲料年产量列于表 1 - 1。

表 1-1 一些国家的配合饲料年产量 单位：万吨

国别	美国	苏联	日本	联邦德国	法国	荷兰	意大利	匈牙利	泰国
年份	1980	1979	1982	1982	1982	1982	1978	1981	1981
产量	8192	6000	3216	1744	1524	1460	910	690	420

(二) 国外发展饲料工业的几个模式

一是以美国为代表的模式，加拿大、南北美洲多数国家属此类型。特点是：原料靠自给，饲料厂布局较分散、规模大小较适中、供应半径小、饲料厂靠近原料产地，厂房为半裸露式钢架结构。美国在饲料厂的建厂规模上经历由小到大、由大到小、由分散到集中、再由集中到分散的过程。据

表 1-2 美国饲料厂的生产规模

生产规模 (吨/年)	占饲料厂总数的%	占饲料总产量的%
900	75.2	21
9000	13.6	15.4
22000	5.2	14.1
45600	3.8	20.5
90000	1.3	12.0
136000	0.4	5.8
182400	0.3	5.1
272400	0.2	5.6

资料介绍 美国在1977年有饲料厂 3700家，平均每厂日产量为30吨，一般每厂年产量在 5万吨以上；而目前有饲料厂 13000个 其中年产量在 1000吨以下的厂占饲料厂总数的 3/4。在解决饲料蛋白质来源方面，美国采取大力种植大豆的办法，利用豆粕作为主要的蛋白质饲料。

有关美国饲料厂的生产规模如表 1 - 2。

二是日本、南朝鲜为代表的模式。特点是：90~95%的原料靠进口，饲料厂大都集中在沿海城市，生产规模大。如日本尾上机械在东海市建设的饲料厂，月产配合饲料达 4万吨，是世界上规模最大的饲料厂。日本现有饲料厂 220家，每厂平均日产饲料360吨，其规模相当于美国饲料厂的 12倍。日本的配合饲料工业是 20世纪20年代后期从手工操作的基础上发展起来的。在50年代末和60年代初，日本从欧美引进了大量的饲料厂成套设备和电子技术，并结合本国情况，发展两种类型的饲料工业：一种是以大型谷物仓筒为中心，兴建饲料、制粉、制油的联合企业，如昭和产业；另一种是由几个只生产饲料的工厂组成群体式联合企业，如鹿儿岛饲料企业。

三是苏联、东欧型模式。特点是：饲料原料由集体农庄和国营农场收购，部分依靠进口。除兴建大型饲料厂外，还注意发展集体农庄饲料厂，生产量约占全社会饲料总产量的 1/3。

此外，发展中国家有的在50年代（如南美诸国、伊朗），有的在60年代（土耳其、菲律宾等国）先后建立起本国的饲料工业，但是，发展一般较缓慢。泰国却发展较快，70年代初才建立饲料工业，到1981年产量已达420万吨，并且具有相当的技术水平。

(三) 国外配合饲料工业的特点和发展趋势

1. 特点

(1) 种类多 国外配合饲料的种类多，能生产各种畜禽在不同生长发育阶段需要的配合饲料。以畜禽分：有猪、鸡、牛、马、羊等配合饲料。据资料介绍，全世界生产的配合饲料中，鸡用占35~50%，猪用占20~35%，牛用占10~25%。英国生产的配合饲料以奶牛为主；比利时、卢森堡、荷兰、联邦德国、丹麦以猪为主；意大利以禽用为主；法国以猪、鸡为主。依配合饲料的形状分：有粉状、粒状、片状、粥状饲料等。片状饲料除玉米外，主要是含矿物质多的饲料，用以放牧地区牛、羊冬春补饲。粥状饲料主要利用蜜糖资源，多用于牛。

(2) 劳动生产率高，重视饲料科研 如日本晴海饲料厂，年产配合饲料15万吨，全厂仅有职工34人，劳动生产率很高。一些国家饲料厂的劳动生产率如表1-3。

表 1-3 一些国家饲料厂的劳动生产率

项 目 \ 厂 别	美国阿格威 饲 料 厂	日本晴海饲料厂	匈牙利布达佩斯 饲 料 厂
年产量(万吨)	12.6	15	2.3
全厂人数	45	34	35
全员劳动生产率 (吨)	3467	4412	656

为使饲料产品在市场竞争中取得优势，就必须通过科研使自己生产的饲料配方效能高、无毒性、节省饲料、成本低。诸如在美国，除农业部、有关大学设有专门的研究机构外，各生产饲料和饲料添加剂的专业公司都有自己的研究机

构，在科研上舍得花钱；同时科研机构有相当规模的饲养场进行配方和新产品试验。在日本农林省、农业大学设有规模较大、设备齐全的畜牧营养所，各生产饲料添加剂、预混合饲料和配合饲料的专业公司也都有专门的研究机构，还有相当规模的畜牧饲养试验场。美国的伊朗柯饲料公司，每年用于饲料的科研费达1.5亿美元，占该公司营业额的10%，在全公司系统2万多人中，有2500多人从事饲料科研。

(8) 注重饲料添加剂，发展预混合饲料 目前世界上在配合饲料生产中广泛运用饲料添加剂，所以近20年来添加剂工业发展尤其迅速。在各种饲料配方中一般含有二三十种的添加成分，其中有营养性添加剂，也有非营养性添加剂。在美国全国有1300多个化工制药厂为饲料工业生产多种添加剂，品种多达1万种以上；在英国生产的全价配合饲料中一般要利用40余种原料，还包含有色素、抗氧化剂、稳定剂、乳化剂、胶状物、维生素、微量元素添加剂等。由于预混合饲料的使用，使配合饲料的质量获得很大的提高。

(4) 饲料转化率高 据测算，近50年来世界饲料效率平均提高一倍多。目前，美、日等国家猪增长1公斤体重需2.5公斤配合饲料；鸡长1公斤需1.8~2公斤配合饲料。一般来说，每100公斤全价配合饲料与优质饲料粮相比至少可以增产25~30公斤奶或3~4公斤肉。

2. 国外配合饲料工业的发展趋势

(1) 以美国为代表的饲料厂，有逐渐由大变小、由集中到分散的趋势。这还表现在：除小型加工厂日益增加外，小型饲料加工机组发展也很快，而且发展流动加工机组，由汽车或拖拉机牵引巡回加工，平均每一机组一小时能加工配合饲料1000~2000公斤。近十年来，美国这种机组已增加19

倍，每年约生产8万台。英国有6500个农场使用流动加工机组生产配合饲料，20%的饲料就是用这种机组生产的。联邦德国有20个公司生产63种、产量每小时为1000~2000公斤的半自动化和全自动化的小型饲料加工机组。苏联配合饲料产量的1/3来自国营农场和集体农庄小型饲料加工厂。荷兰大部分配合饲料厂年产量在万吨以下。

(2) 配合饲料的形状由粉状向颗粒饲料发展。颗粒饲料能有效地保持饲料的均匀性，且有利于保存、运输、防止畜禽择食、减少饲养时的粉尘等优点。因此，虽然价格偏高，但仍发展很快。目前世界上生产的饲料中，颗粒饲料占60%以上。在肉鸡饲养业中，颗粒饲料还具有增加采食量、饲料转化率高的优点，运用更加广泛。国内也有试验表明，与粉状饲料相比：肉鸡能够提高饲料效率10%，肉猪提高饲料效率8%，此外还可以节省人工、减轻劳动强度、减少粉尘。

(3) 生产全价配合饲料为主逐渐向预混合、浓缩饲料发展。饲料厂向农户或农场提供这种预混合、浓缩饲料加上农户(场)自产的玉米等能量饲料按一定的比例配合，即成为全价配合饲料，从而减少不必要的往返运输，降低了生产

表1-4 美国几家主要饲料厂生产的各种饲料比重

公司名称	年总产量 (万吨)	其中： 配合饲料(%)	预混合和浓缩 饲料(%)
拉斯顿·波利纳	800	70	30
森卓尔·索菲亚	350	40	60
玛 曼	76	15	85
农协组织	30	20	80

成本。在国外这种发展趋势十分明显。

美国几家主要饲料厂生产的各种饲料比重如表1-4。

(4) 在配合饲料中有减少谷物用量, 增加饼粕用量的趋势。一些国家生产的配合饲料中谷物用量的比例分别为: 意大利59.2%、美国53%、英国50.9%、法国44.1%、联邦德国30.5%、丹麦33.2%、荷兰19.4%; 饼粕用量最多的国家是联邦德国占33%, 比利时、卢森堡为22%, 美国为17%。

二、国内配合饲料工业的发展概况

我国的饲料工业建设, 最早始于1962年, 在河北省涿县鸡场和上海市牛奶公司红旗鸡场建起饲料车间, 比欧洲约迟20~30年。1973年上海进出口公司在北京农业大学等单位的支持下生产出大象牌颗粒饲料并有少量出口, 为我国第一个正式饲料生产厂。继后在1974年建北京红星公社饲料加工车间, 1975年建立杭州市种畜场配合饲料车间。1976年以后, 一批国营、集体饲料厂相继建成投产。在70年代末着手饲料机械设备的设计和制造, 与此同时, 开展了饲料科研。几年来设计出大、中、小型饲料加工厂, 制造出多种型号的饲料加工机组(建立了专门的制造工厂与研究所)并创办了《饲料机械》、《饲料研究》等刊物。北京市在建设我国第一个大型工厂化鸡场——红星20万只蛋鸡场的同时, 建立起具有一定现代化生产水平的南苑配合饲料厂。1979年底全国建成并投产的单班年产量在2000吨以上的饲料厂有40余座, 年产配合饲料40万吨左右。1980年配合饲料厂发展到138个, 产量110万吨。1982年有饲料厂700多座, 生产配合饲料600万吨。1984年有各种类型的饲料加工厂2426个, 其中年班产

2000~10000吨的有2500多个，年产量万吨以上的有93座，此外还有一大批乡镇饲料加工厂，总产配（混）合饲料900万吨。目前我国已能生产中、小型的饲料加工设备，从单班产量一百吨到万吨以上的30多个机型已批量生产。但是，配合饲料的产量仍不足畜禽需要量的1/10。从国外引进成套饲料加工设备，以北京东沙饲料厂为最早，该厂自匈牙利引进设备后，于1978年建成投产，生产能力为每小时6吨。昆明饲料厂则从美国引进成套设备，1982年建成投产，生产能力为每小时10吨。

江苏省于1979年起，在原粮油加工的基础上，从生产面广量大的猪混合饲料入手，采取国家与集体并举，改建与扩建、新建相结合的方针，逐步建成一批饲料加工厂和饲料资源工业。全省粮食系统现有饲料加工骨干厂91个，多数采用电子称重和容积计量配料；基层粮库（所）有饲料加工点110个；此外还有遍布各地的乡镇饲料厂516个，生产配（混）合饲料的能力达100万吨以上。全省饲料资源工业有26个项目，37个加工厂（车间），如常州的赖氨酸，南通的棉籽蛋白，海安的毛发蛋白，射阳、海门的鱼粉，如皋、泰州、苏州的血粉，无锡、苏州的肉骨粉，溧水、泗阳的蚕蛹粉，六合、连云港的松针粉，扬州、如东的饲料白地霉，无锡的皮革蛋白，南通的快育灵等。

邗江、溧阳、宜兴、沭阳县和无锡市建有饲料机械制造厂。无锡定点生产年产500~5000吨的各种规格的饲料机械和年产万吨以上的饲料加工单机，五年来已生产4000台套。

全省1984年总产配（混）合饲料近100万吨，大部分饲料厂能够生产猪、鸡、鸭、鱼、奶牛的饲料，并开展对瘦肉猪、蛋鸡、肉鸡、鸭、鱼饲料配方的筛选试验。

预混合饲料

预混合饲料 (Premix), 又称为饲料添加剂预混合物 (Feed additive premix) 或预配添加剂饲料。为传统的农业饲料所组成日粮的添加部分, 由一种或多种微量成分 (维生素、微量元素、氨基酸、防腐剂、抗生素等) 同一定数量的载体, 采用一定的技术手段、加工工艺, 均匀混合配制而成。由于添加物都是微量成分, 所以要求预混合饲料的加工厂计量精确、搅拌均匀、产品分装严格。预混合饲料通常在饲料中添加 1~2.5%, 美国 FDA 规定用量占配合饲料量的 5% 以下。

一、预混合饲料的主要组分

(一) 营养性添加剂

其中包括脂溶性和水溶性维生素、微量元素和氨基酸等。

1. 维生素 维生素是维持畜禽正常生理机能所必须的低分子有机化合物, 与其他物质比较, 畜禽对维生素的需要量极微, 一般在饲料中只需要百万分之几, 但它却是饲料中必不可少的要素。如果饲料中缺少维生素, 就会使机体机能失调, 出现各种维生素的营养缺乏症。

大约在 80 年前, 在动物试验中发现了维生素 (Vitamins)。即用纯碳水化合物、蛋白质、脂肪和无机盐喂养白鼠, 白鼠

只能活很短的时间。由此而得出的结论是：乳类中含有过去人们所不知道的维持生命必需的元素。不久人们就认识到其中至少含有两种因子，即脂溶性A因子和水溶性B因子。1912年在分离B因子中发现一种含氮素的物质，化学上称为胺（Amine），它是维生素这一名称的来源。以后不断的发现生命必不可少的有机化合物，即使不属于胺类的氮素化合物，也使用这个名称。随着动物试验的进一步深入，脂溶性A因子和水溶性B因子的所属很快被一一发现，并以英文字母顺序表示。

畜禽对维生素的需要量极少但在机体中的作用极大。通常在家庭饲养条件下，因为饲喂大量的青绿饲料，家畜对维生素不易感到缺乏；但在舍饲、工厂化养猪、养鸡的情况下，维生素就常感不足，因此添加维生素就显得十分迫切。

在国外，近三十年来维生素工业发展迅速，生产有多种维生素的产品，并且在畜禽饲养业中广泛的应用维生素添加剂。

饲用维生素的生产有三种方式：一是采用有机合成工艺合成维生素，这是国外生产维生素的主要方式；二是采用微生物发酵法培养大量维生素酵母或细菌，然后提取或将整个菌体作饲料；三是利用某些维生素的天然产物，或将其提取出来，或将其浓缩物直接作饲料。

维生素作为医药品、食品添加剂具有广泛的用途，在我国和世界各国多由制药厂生产。国外主要生产厂有罗氏（瑞士）、BASF（联邦德国）、AEC（法国）、第一制药（日本）等厂。其中法国AEC公司生产维生素已有40年的历史，维生素的销售量约占世界总销售的68%。我国维生素的年产量近5000吨。其中，维生素A约100吨、维生素B₁600吨、

维生素 B₂70吨、维生素 B₆147吨、维生素 B₁₂0.17吨、维生素 C4000吨、烟酸及烟酰胺200吨、维生素 B₃0.05吨、叶酸4吨、氯化胆碱2000吨，除少数品种以外大部分齐全，问题是价格较高。

(1) 维生素的主要种类及其特性

维生素A 为脂溶性维生素，对畜禽生长发育和繁殖机能有重大的意义。家禽因为缺乏维生素A而出现的症状多达50余种。

维生素A有三种形式，即：维生素A醇、维生素A醋酸酯和维生素A棕榈酸酯。维生素A醇的稳定性较差，作为饲料添加剂多使用后两类，尤其以维生素A棕榈酸酯为好。

维生素A易氧化失效，国外主要采用合成法生产。以β-紫罗兰酮为原料，生产维生素A前体β-胡萝卜素，成本较为低廉。将制成的维生素A棕榈酸酯微粒粉剂分散于明胶和蔗糖组成的基质中，另加抗氧化剂制成细粒后用疏水性的淀粉加以覆盖制成微粒，这种微粒抗氧化性能好、硬度高、粒度均匀。

维生素A添加剂要求贮存在密闭、避光的容器中，在低温的条件下(20℃)可保存一年。

美国药典单位(USP)规定，一国际单位(IU)相当于0.300微克维生素A醇或0.344微克的维生素A醋酸酯或0.556微克的维生素A棕榈酸酯。全世界维生素A的年产量约3000~4000吨。

维生素A在动物肝脏脂肪中含量最高。胡萝卜素主要存在于植物性饲料中，以多叶幼嫩青饲料和胡萝卜中含量最多，随着植物的老熟而逐渐减少。黄玉米、南瓜和空心甘薯中含有较多数量的胡萝卜素。植物性饲料中的胡萝卜素含量

和调制方法及贮存时间有关：青草自然干燥时所含胡萝卜素损失量达70~80%；人工快速干燥时所含胡萝卜素仅损失5%。

维生素D为脂溶性维生素类固醇衍生物。稳定性比维生素A高，主要以维生素D₂和D₃两种对畜禽的营养有意义。其中维生素D₂对畜禽的活性低，为维生素D₃的1/20。维生素D₂系由植物、酵母中的维生素D₂元（麦角固醇）经紫外线照射而成。维生素D₃是由动物皮肤中的维生素D₃元（7-脱氢胆固醇）经日光紫外线照射后的产物。维生素D₂与D₃均为白色或黄色粉末，其稳定性虽比维生素A高，但仍易被氧化破坏，与碳酸钙或氧化物直接混合也会很快失效，同样需要加抗氧化物或包被处理。维生素D不足常导致机体代谢紊乱，影响骨骼发育，机体中钙、磷比例适宜，对维生素D的需要量减少，否则需要摄入大量的维生素D才能平衡钙磷元素的代谢。

在预混料中大多使用维生素D₃，为国际维单位（ICU）。凡称维生素D₃的补充剂，每磅（454克）产品中的维生素D₃含量，至少为10万国际维单位。此外，还有维生素A与D的混合微粒粉剂，将这两种维生素混合在同一微粒中，可以避免两者的分离现象。

动物饲料中以鱼肝油、肝粉中的维生素D含量最丰富；植物必须在刈割后经日光晒干，使大量的麦角固醇转变为维生素D₂。维生素D₃常用猪脑作原料，以有机溶剂提取其中的7-脱氢胆固醇，经紫外线照射而产生的。但其成本昂贵。

饲料用维生素D₃可以采用软体动物体内含丰富的7-脱氢胆固醇为原料将它们制成肉粉然后用紫外线处理每

克肉粉中的维生素D₃含量约1000~1500国际维单位。以鸡为例，每公斤鸡饲料中只要200个国际维单位。

维生素E 又称生育酚，为脂溶性维生素。主要作为生物催化剂，对家畜繁殖机能影响大。缺乏维生素E，使得肌肉受损，血管神经系统发生病变，繁殖机能紊乱。维生素E一般以 α 生育酚醋酸酯形式为添加剂，呈油状液体。其中，以D- α 生育酚醋酸酯的效价高。一般以1毫克D- α 生育酚醋酸酯相当于1.36个国际单位的维生素E。维生素E作为抗氧化剂，能防止易氧化物质（维生素A及不饱和脂肪酸等）在饲料、消化道以及内源代谢中的氧化，但其本身也极易被氧化破坏而失去活性，因此在维生素E制剂中应另加抗氧化剂。常用的抗氧化剂有乙氧喹。

维生素E在饲料中分布十分广泛，其含量随饲料贮存时间的延长而减少。青绿饲料自然干燥后，其中维生素E损失达90%左右。在饼类和发芽谷物中的含量亦少。采用高能饲料喂畜禽需要供给较多的维生素E。这里值得注意的是：一旦发生维生素E缺乏症，即使补充大剂量也难以挽回。霉变饲料、添加抗生素及磺胺类药物的饲料均有抑制维生素E的作用。硒能代替部分维生素E，并可强化维生素E的作用。

维生素E可用化学合成方法生产。采用甲酸与三甲对苯二酚进行缩合的方法。正常的甲酸由叶绿素制取，而叶绿素可以从蚕沙中用酒精提取。对于小麦胚芽中的维生素E，可以用汽油、酒精为溶剂提取，然后将提取的溶液蒸发，剩下的即为胚芽油，也就是维生素E的油剂。

全世界维生素E年产量约5000吨，主要用作饲料添加剂，其中人用的只占总产量的10~15%。

维生素K 为脂溶性维生素。各种衍生的萘醌均具有

维生素K的活性。维生素K与家畜的凝血有关。自然界中存在维生素K₁、K₂两种形式，维生素K₁在植物中形成，维生素K₂则由动物肠道微生物合成。而维生素K多采用维生素K₃为饲料添加剂，系由人工合成。维生素K₃呈黄色晶体，效价最高，其生理效价为维生素K₁的2倍，为维生素K₂的3.3倍。对热相对稳定，易被光、碱破坏。在美国用得最多的维生素K₃制品为MSBC，即甲萘醌亚硫酸氢钠复合物，有效成分为甲萘醌，其甲萘醌含量为34~35%、含亚硫酸氢钠大于32%。

在美国FDA规定，维生素K用量不得超过鸡配合饲料的2ppm，猪配合饲料的10ppm。

青饲料中维生素K₁含量丰富，而在籽实、块根中含量低。

⑤核黄素（维生素B₂）为水溶性维生素。呈黄色至橙黄色结晶，有微臭味。在美国所用的核黄素来源于发酵或化学合成的产品，两者的效价一样。规定：凡称为“核黄素补充剂”者，其浓度不低于每磅（454克）1000毫克，有多种不同浓度的产品。

维生素B₂易被碱、紫外线及重金属破坏。缺乏维生素B₂，畜禽生长受阻、生产力急剧下降。常以少量大豆油、脱脂大豆皮粉（全部通过20目筛）为载体稀释之。

青绿饲料、酵母中维生素B₂含量丰富，喂高脂肪、低蛋白质饲料要增加核黄素喂量，高温时需要量增多，妊娠母猪、种鸡的需要量提高一倍。目前国内生产维生素B₂主要采用微生物合成法，常用的菌种为依利蒙菌和阿士巴菌。较为简单的办法是采用固体表面培养，用小米、大米、玉米和豆渣、麸皮等为原料，制成固体培养基，灭菌后接入菌种于

28 下培养300~400小时，然后烘干、粉碎即可得含0.3~0.5%的核黄素粗制品，大量生产时采用液体深层培养的方法。此外，还有以葡萄糖为原料，用化学合成的方法生产。

⑥硫胺素（维生素B₁）为水溶性维生素，含有硫和胺基，为许多细胞酶的补酶。它参与碳水化合物的代谢，调节水和嘌呤的代谢。有盐酸盐和硝酸盐两种产品，呈白色或微黄色结晶或结晶性粉末，无味或有轻微特异香味。在酸性条件下，对光及氧均稳定；但在碱性条件下，超过100℃即被破坏。在饲料中添加抗球虫剂时维生素B₁的用量不宜多，当每公斤饲料中维生素B₁含量达10毫克时，抗球虫剂的效果显著降低。

大多数饲料中硫胺素含量丰富，特别是糠麸及酵母饲料中含量更多。猪体内能贮存两个月需要的硫胺素，故一般不必补给。但雏鸡对硫胺素不足十分敏感，饲喂缺乏硫胺素的饲料10天，即可出现多发性神经炎。

⑦泛酸 为水溶性维生素。它易吸湿，不稳定。在酸性与碱性环境中易破坏，作为辅酶A的组成部分存在于活细胞中，参与脂肪、碳水化合物、蛋白质代谢。对泛酸不足的反应，生长猪表现增重迟缓，雏鸡生长受阻，种鸡孵化率下降。

泛酸多以泛酸钙的形式作为饲料添加剂，系DL-泛酸钙，每磅（454克）中含有D泛酸钙204克，即188克泛酸。易吸湿返潮，在其稀释的产品中常添加适量氯化钙，以增强其稳定性。

泛酸遍布于植物性饲料中，以糠麸及植物性蛋白质饲料中含量尤为丰富。在种鸡维生素B₁₂不足时特别需要补充泛酸。一般说来，在所有的猪、禽饲料中都需要补充泛酸。

⑧胆碱 为水溶性维生素。它是卵磷脂及乙酰胆碱等的组成部分，参与脂肪代谢并和神经传导有关。蛋白质饲料中含量丰富。一般畜禽均需要补充胆碱，特别是家禽，添加胆碱能够提高产蛋量和蛋重，但是添加胆碱的产蛋鸡日粮，必须含有充足的蛋白质，在蛋白质品质好，氨基酸组分均衡的情况下，效果更好。胆碱常以氯化胆碱的形式作为饲料添加剂。氯化胆碱常用的剂型有两种：70%的液体氯化胆碱和50%的干粉剂。前者是透明粘性液体，有轻微异臭，吸湿性强，在饲喂前应为载体（一般使用麸皮和 SiO_2 ）按1：1的比例混匀，干燥后掺入配合饲料中。常用的添加方法为喷雾法，不使其与其他维生素（如维生素A、 K_3 、 B_6 等）配伍。

胆碱是使用量最大的维生素，在日粮中含量以0.05%为宜，在每公斤肉鸡饲料中，用量可高达1300毫克。

⑨烟酸（维生素PP）又称尼克酸，为水溶性维生素。在机体生物氧化还原过程中起递氢作用。这是维生素中最稳定、化学结构最简单的一种，不易被理化因素所破坏。饲料中烟酸不足，猪生长受阻并出现下痢及皮肤炎，家禽产蛋量明显下降。

饲用烟酸有99.5%与50%两种规格，呈白色或微黄色，有轻微香味，除碱性条件外，性质较稳定，利用率也很高。载体多采用大豆皮粉或细麸皮粉。

饲料谷物中的烟酸处于结合状态，不易被动物所吸收，利用率低，因此在以缺乏赖氨酸的玉米为基础日粮时，应补充烟酸。据介绍，肉用仔猪喂含烟酸量高的饲料（100ppm）能够提高营养物质的吸收与利用。在青绿饲料、酵母、血粉中烟酸含量丰富。

⑩维生素 B_6 （吡哆醇）为水溶性维生素，参与蛋白